

Diseño y prototipado de un sistema digital de filtración de voz humana en VHDL para mejora de la comunicación verbal en personas que presentan discapacidad auditiva



PROBLEMA

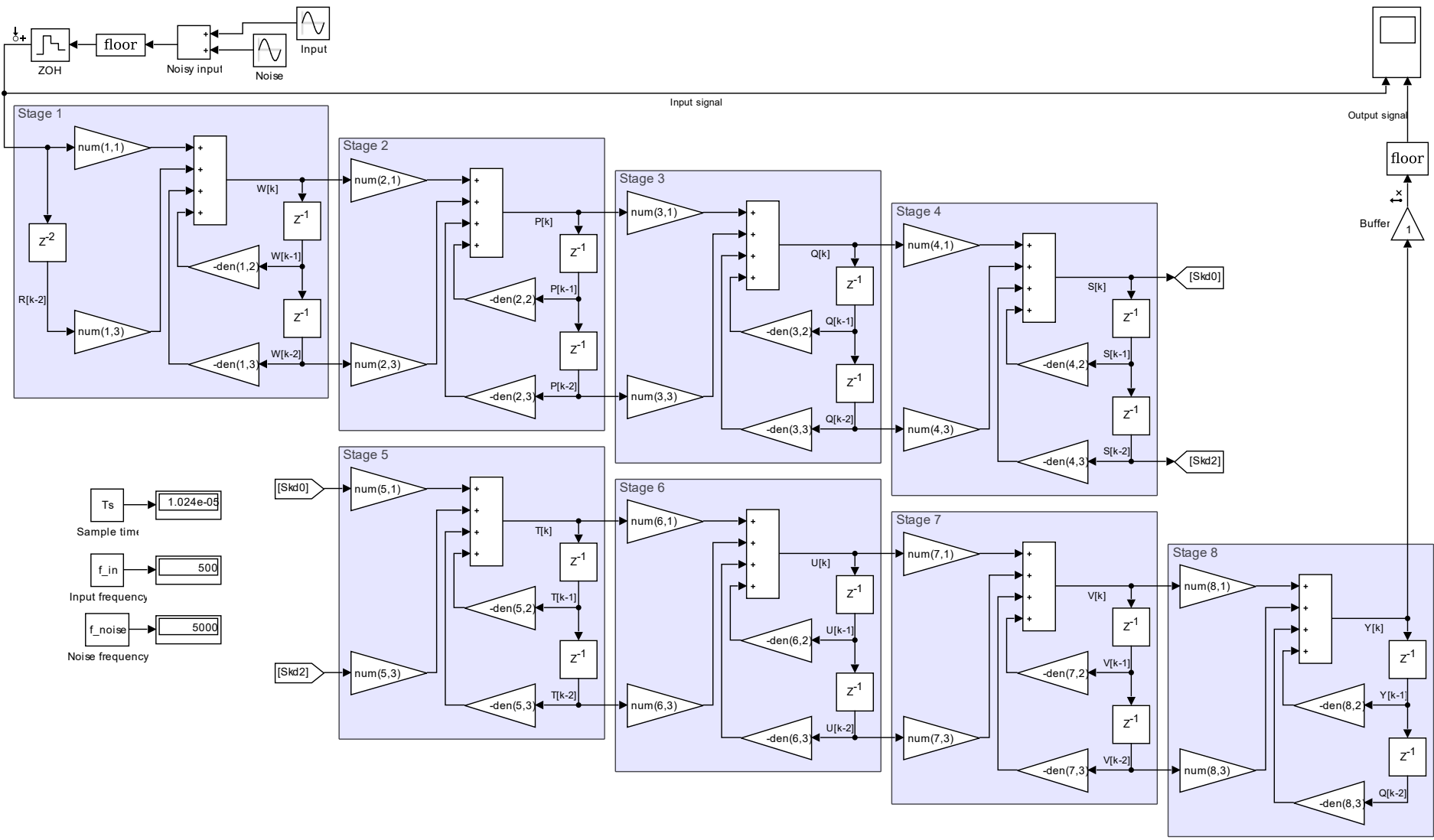
Las personas que presentan una discapacidad tienden a aislarse de manera voluntaria del resto de la sociedad debido a sus limitaciones, la comunicación verbal bidireccional interindividual y colectiva son la más comúnmente usadas en la interacción social. Sin embargo, esta interacción social se ve afectada en los canales de comunicación en los individuos que presentan el caso particular de discapacidad auditiva.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y prototipar un sistema digital de filtración de voz humana mediante configuración de hardware en lenguaje VHDL para el mejoramiento de los canales de comunicación verbal bidireccional interindividual y colectiva en personas que presenten discapacidad auditiva.

PROPUESTA

El filtro pasa-banda se diseñó a través de las herramientas de MATLAB y se elaboró el modelo gráfico que realiza la filtración de las frecuencias de la voz humana en SIMULINK.

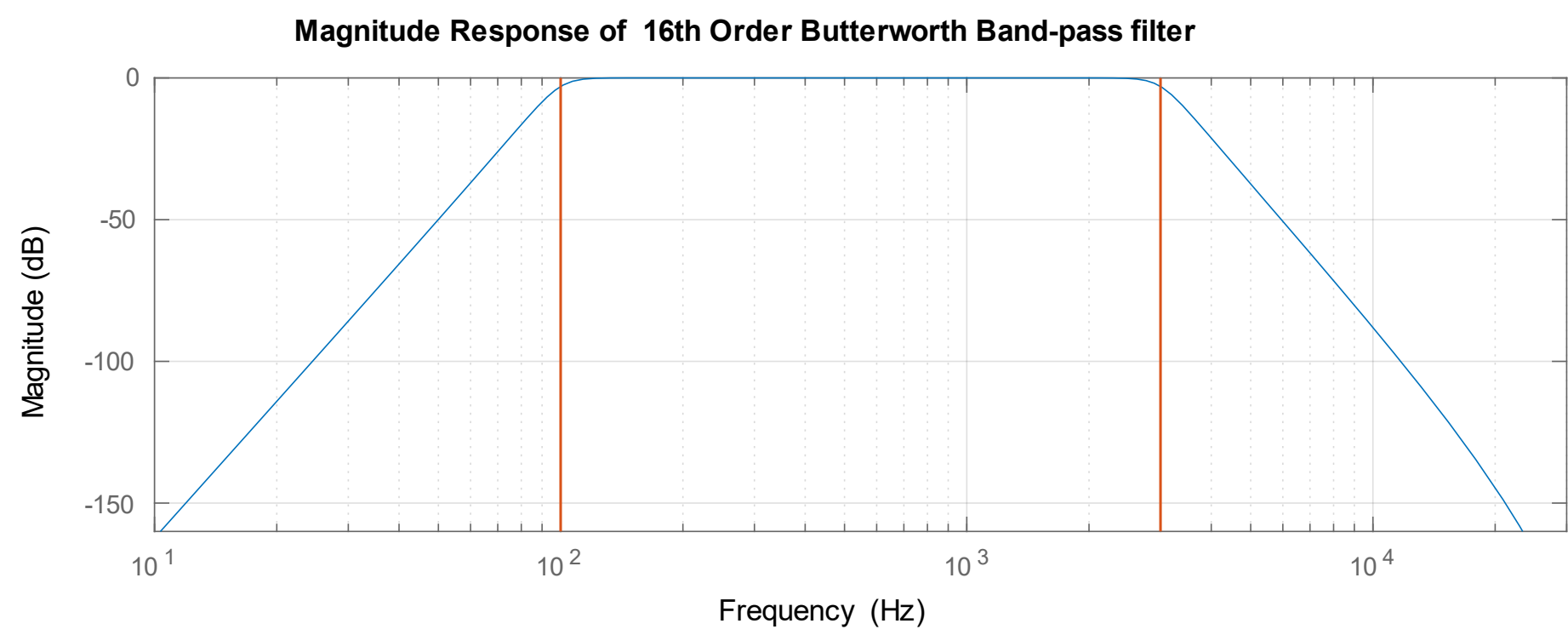


Modelo en SIMULINK del filtro pasa-banda diseñado.

El filtro diseñado tiene cortes de frecuencia baja en 100 Hz y alta en 3 KHz; además, es de orden 16, dividido en 8 etapas de orden 2 para reducir la sensibilidad de los coeficientes en el tipo de filtro IIR.

RESULTADOS

Desde el modelo en SIMULINK se pudo obtener la respuesta de magnitud del filtro diseñado.



Respuesta de magnitud del filtro diseñado.

En las frecuencias de corte existe una reducción de magnitud en 3 [dB] dado que este es el comportamiento de un filtro de Butterworth, y se observan las pendientes creciente y decreciente de aproximadamente 160 [dB/década] antes y después de las frecuencias de corte respectivamente.

CONCLUSIONES

- Utilizando el prototipo implementado, se logró demostrar que la voz humana se percibe con mayor claridad cuando la fuente de audio es un diálogo o un monólogo. No obstante, debido a la capacidad de ciertos instrumentos musicales de alcanzar frecuencias similares a la de la voz humana, estos no llegan a ser atenuados en su totalidad cuando la fuente de audio es del tipo musical.
- Trabajar con hardware, aunque relativamente más complicado, es más versátil, pues permite reducir el tamaño de una implementación física en caso de usar microelectrónica, ya que un mismo componente puede estar fabricado en varios tamaños, además de que su arquitectura combinatorial le permite realizar más tareas en paralelo, permitiendo la adición de módulos extra en caso de querer modificar o mejorar un proyecto

Para adaptar el filtro pasa-banda se diseñó una máquina de estados que recibe una señal de arranque para alguno de los canales, izquierdo o derecho, debido a que se manipula una fuente de sonido estéreo.

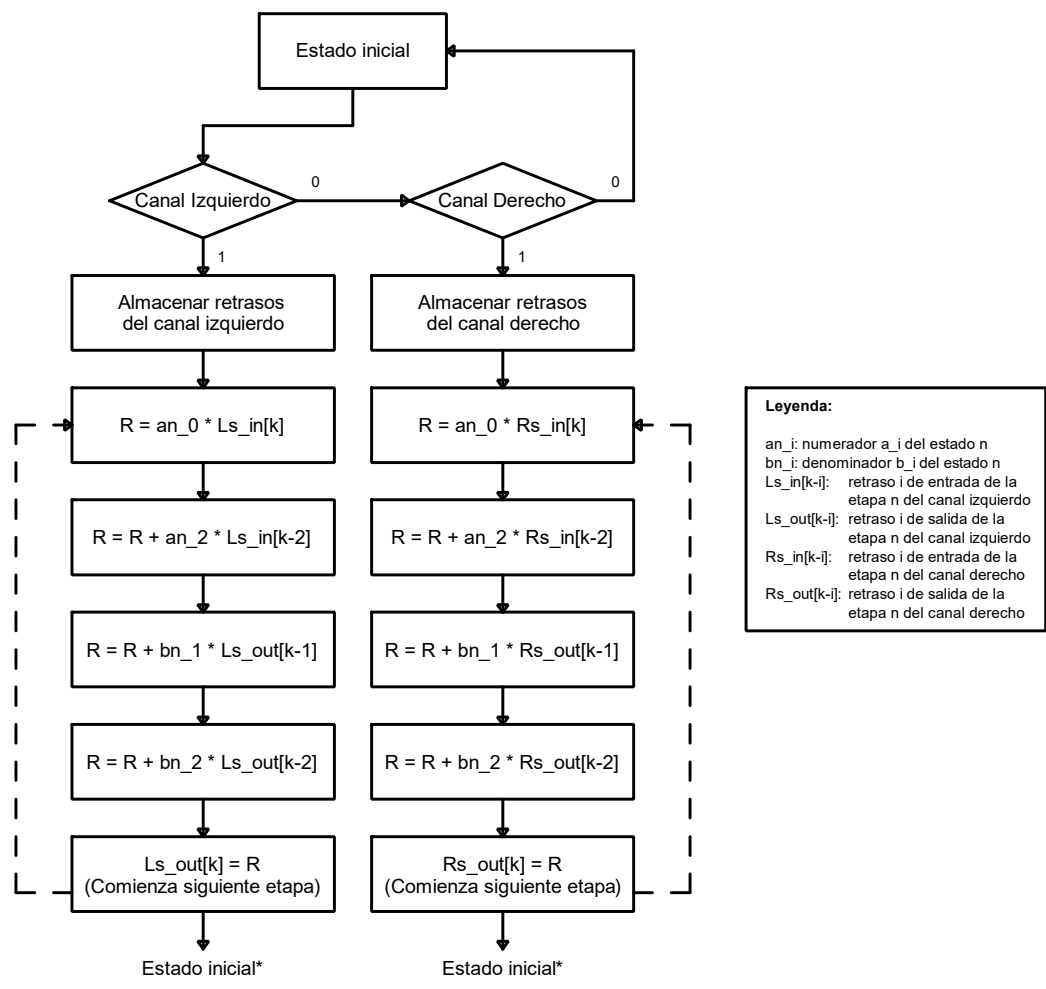


Diagrama de bloques resumido del filtro pasa-banda de tipo IIR

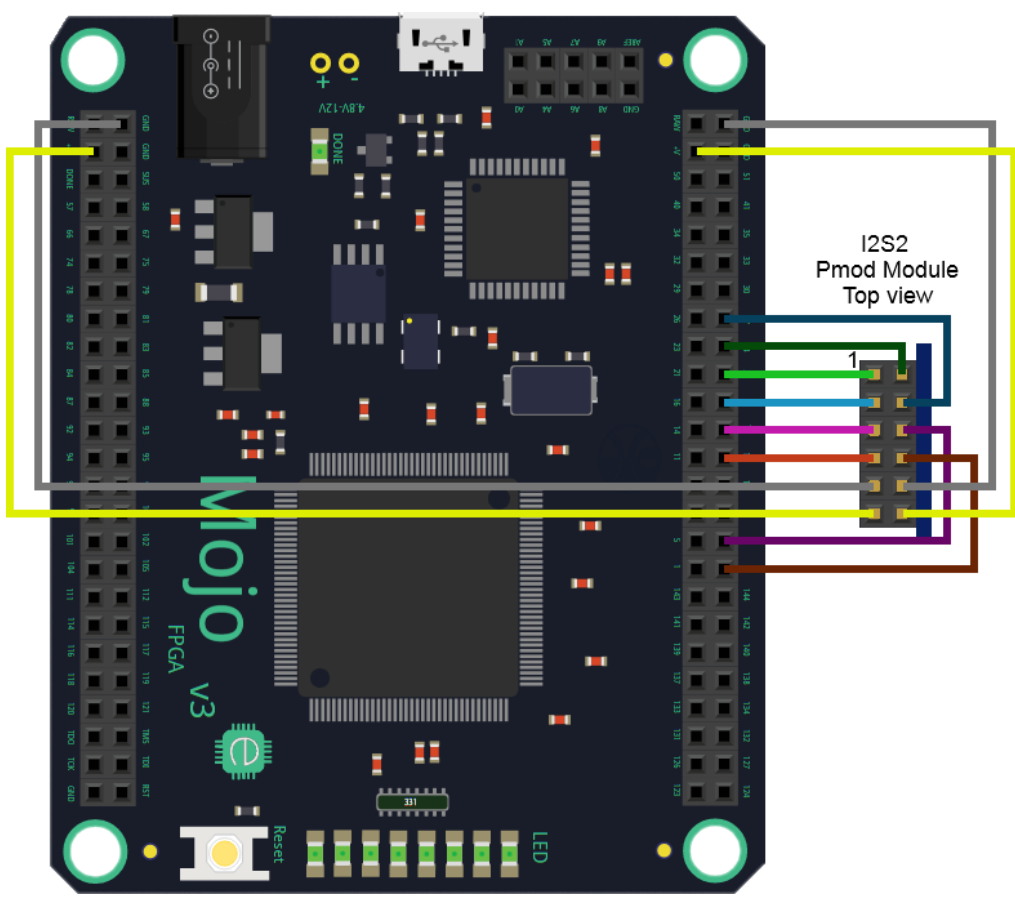
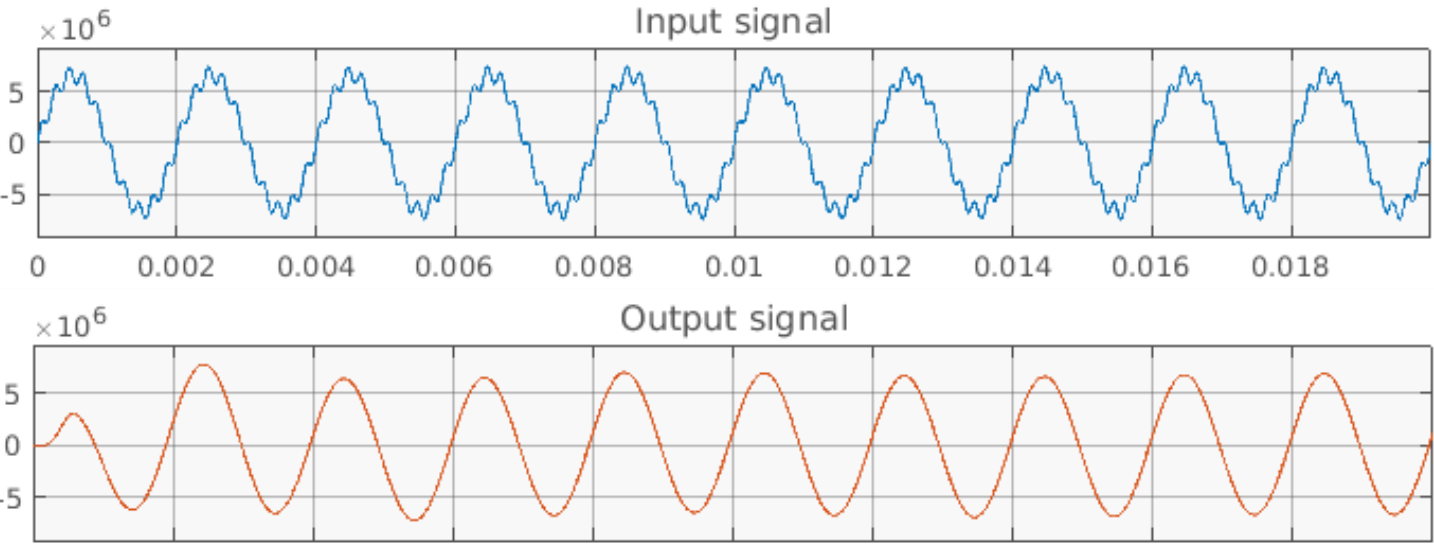


Diagrama de conexiones entre la Mojo V3 y el módulo I2S2

Un prototipo se elaboró utilizando una tarjeta de desarrollo FPGA Mojo V3 y el módulo I2S2 de la marca Digilent para la recepción y transmisión de audio.

Para demostrar el funcionamiento del filtro se realizó una simulación con una entrada senoidal de 500 [Hz] y un ruido externo de 5 [KHz].



Simulación con entrada de 500 Hz + 5 KHz de ruido

Usando el prototipo, se observó que dentro del espectro audible de un humano, se permite el paso sólo del rango de frecuencias indicadas en los cortes de baja y alta frecuencia.



Funcionamiento del filtro pasa-banda dentro del espectro audible